

Analisis Kondisi Baterai Alkali 110 Vdc di PLTA PBS (PT. Indonesia Power Unis Bisnis Pembangkitan Mrica)

Rendra Purwajati¹, T. Haryono², M. Isnaeni B.S²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

²Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

Abstrak

Makalah ini membahas mengenai studi peranan baterai yang bertujuan untuk mengetahui fungsi/peranan baterai didalam Sistem pembangkitan PLTA, menganalisis kerusakan yang terjadi, menganalisis data yang didapatkan seperti tegangan, berat jenis (specific gravity) untuk meramalkan kondisi baterai masih dalam keadaan yang normal ataupun abnormal dan memberikan solusinya. Dari data yang didapatkan, dapat diketahui kondisi baterai tersebut masih layak apa tidak digunakan. Dari penelitian ini didapat dapat disimpulkan bahwa Di PLTA PBS, kebanyakan kerusakan yang terjadi pada baterai disebabkan karena penurunan berat jenis, tegangan dan korosi sehingga mempengaruhi umur (life time) pada baterai tersebut. Kondisi baterai yang paling parah terjadi pada bagian cell 8 pada nilai tegangan 0,98V dengan berat jenis 1,015 gr/cm³, cell 38 pada nilai tegangan 0,98 V dengan berat jenis 1,007 gr/cm³, cell 86 pada nilai tegangan 0,83 V dengan berat jenis 1,091 gr/cm³.

Kata Kunci: Baterai, Analisis Kerusakan, PLTA PBS (PT. Indonesia Power UBP Mrica Banjarnegara).

1. Pendahuluan

Tenaga listrik merupakan suatu unsur penunjang yang sangat penting bagi pengembangan secara menyeluruh suatu bangsa. Pemanfaatan secara tepat guna akan suatu alat yang ampuh untuk merangsang pertumbuhan perekonomian Negara. Berdasarkan alasan tersebut, dapat dimengerti apabila pada akhir-akhir ini permintaan akan pembangkit pembangkit tenaga semakin meningkat di negara-negara di dunia. Ditinjau dari segi kebutuhan dunia benar sedang mengalami krisis energi dan berbagai kesibukan dilakukan untuk mempelajari secara mendalam tentang pemanfaatannya. Berbagai alternatif pembangkit energi untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Semakin jelas bahwa, harus ada gagasan baru mengenai sumber-sumber penghasil energi dan rumusan program program pelaksanaan dengan efisiensi maksimal. Kekaguman manusia terhadap semua gejala alam telah menimbulkan daya tarik untuk memanfaatkannya bagi kesejahteraan kehidupan umat manusia. Pasang surut lautan, panas matahari, melimpahnya sumber air, energi nuklir, semuanya dianggap memang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan mereka akan ketebatan penyediaan sumber energi. Sesuai dengan kriteria pembangkit secara besar-besaran, tiga sumber terpenting yang sangat umum sehingga sering dikatakan konvensional yaitu tenaga uap, tenaga air dan tenaga nuklir. Tenaga air merupakan sumberdaya terpenting setelah tenaga uap. Hampir

30% dari kebutuhan tenaga di dunia dipenuhi oleh pusat-pusat tenaga air, banyak Negara yang hampir selama produksi tenaganya berasal dari tenaga air. Pembangkit Listrik Tenaga Air di Indonesia menjadi pertimbangan pertama untuk pembangunannya karena Negara kita kaya akan sumber air yang sumber air yang melimpah tersebar di seluruh wilayah negara.

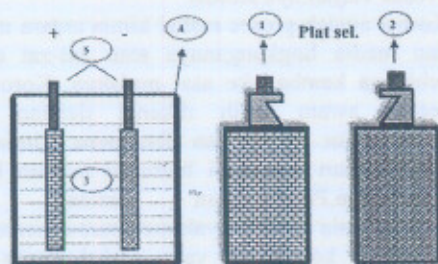
Tenaga air mempunyai beberapa keuntungan yang tidak dimiliki oleh sistem tenaga listrik lain seperti penyediaan bahan bakar, karena bahan bakar untuk PLTA adalah air itu sendiri yang tidak memerlukan banyak investasi dalam pengadaannya, masalah pembuangan limbah yang kadang berdampak sosial tidak berpengaruh pada sistem ini sedangkan waduk dapat dimanfaatkan untuk pariwisata, irigasi, pengendali banjir, perikanan air tawar dan lain-lain. Biaya operasional dan pembangkitan dari PLTA sangat rendah jika dibandingkan dengan pembangkit lainnya, biaya transportasi untuk pengadaan untuk pengadaan bahan bakar yang besar tidak terjadi di pembangkit tenaga air. Mengingat kemudahannya untuk memikul beban ataupun melepaskan beban, PLTA juga dimanfaatkan sebagai cadangan yang bisa diandalkan pada sistem kelistrikan terpadu antara PLTU, PLTA dan PLTN. Didalam pembangkitan tenaga air ada komponen yang sangat vital sekali yaitu baterai. Baterai merupakan komponen yang menghasilkan energi listrik dengan proses kimia [1].

Di dalam unit pembangkitan, baterai mempunyai peranan yang sangat penting yaitu sebagai sistem unit control I,II,III, *common service control system*, Inverter 110 Vdc/220Vac, *Station Control System*, *Unit Excitation Equipment* I,II,III. Baterai sendiri merupakan susunan peralatan listrik yang merubah energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi kimia didalam elektrolit [2].

2. Teori Baterai

Baterai adalah suatu susunan komponen yang merubah energi kimia menjadi energi listrik secara langsung melalui reaksi kimia didalam elektrolit. Tiap sel baterai terdiri dari elektroda positif (+), elektroda negatif (-) dan elektrolit [3]. Susunan Baterai/Baterai terdiri dari dua plat yaitu:

1. Plat Anoda = Elektroda Negatif
Bagian yang teroksidasi saat berlangsung reaksi kimia dan melepas elektron ke rangkaian listrik diluar sel.
2. Plat Katoda = Elektroda Positif
Sebagai media konduktor ion didalamnya sel berfungsi memindahkan elektron antara anoda dan katoda.
3. Elektrolit
Adalah cairan yang berfungsi sebagai media peningkatan daya hantar ion saat terjadi reaksi antar sel.



GGbr1-Sel Baterai

Keterangan:

1. Plat Anoda } Plat sel
2. Plat Katoda }
3. Elektrolit/Cairan
4. Container/Bak
5. Pole/kutub

Bahan Baku Baterai Terdiri dari:

Baterai asam

Asam Sulfat (H_2SO_4)

Air Murni (pH=6)

Tegangan/Cell (2,2-2,7 Volt)

Berat Jenis/BJ (1,190 s/d 1,2)

Plat Cell (Pb timah hitam)

Baterai Alkali

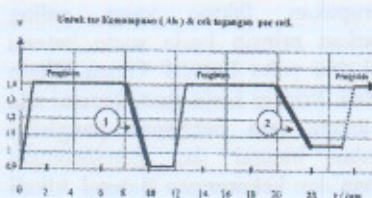
Kalium Hydroxida (KOH)

Air Murni (pH=6)

Berat Jenis (1,16-1,18)

Tegangan/Cell (1,4-1,42)

Grafik dibawah ini merupakan proses pengosongan dan pengisian pada baterai alkali. Pada pengisian pertama dibutuhkan waktu 8 jam untuk waktu pengisian. Setelah itu 2 jam untuk waktu pengosongan. Tegangan akhir pengosongan pada waktu pertama adalah 0.9 V. Setelah waktu pengosongan pertama selesai baterai alkali dilakukan pengisian dan pengurasan cairan PH 8. Dibutuhkan waktu sekitar 8 jam kembali untuk dilakukan pengisian baterai alkali. Setelah itu pada tahap pengosongan ke 2, nilai tegangan akhir berkisar 1 V setelah itu dilakukan pengurasan dan pengisian larutan pH 8 [2].



Gbr. 2- Grafik Pengosongan dan pengisian

Baterai Alkali mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Suatu baterai dengan tegangan 125 V terdiri dari 92 cell.
- b. Berat jenis dari elektrolitnya tidak tergantung dari keadaan pengisian, jadi praktis tetap.
- c. Umumnya dapat mencapai 10 tahun atau lebih.
- d. Tegangan nominal 1,2 V.

Keuntungan Baterai Alkali (Alkaline Storage Battery)

Beberapa keuntungan baterai alkali bila dibandingkan dengan baterai timah hitam antara lain:

- a. Lebih tahan terhadap guncangan.
- b. Cukup tahan terhadap arus pengosongan yang besar atau bila terjadi hubungan yang singkat.
- c. Tidak ada proses pembentukan garam.
- d. Tidak mengeluarkan gas yang menyebabkan korosi.
- e. Perubahan kapasitas yang menyebabkan korosi.
- f. Perubahan kapasitas akibat arus pengosongan, kecil sekali.
- g. Cukup tahan terhadap pengisian lebih.
- h. Tegangan nominal 1,2 V.

Prinsip Kerja Baterai

Baterai adalah suatu komponen penyimpan energi dengan mengubah energi listrik menjadi energi kimia dan yang dapat mengeluarkan energi dengan mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari tiga komponen penting, yaitu Batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai), Seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai) dan Pasta sebagai elektrolit (penghantar). Klasifikasi baterai menurut bahan elektrolitnya terbagi menjadi dua yaitu Baterai Timah Hitam dari larutan asam belerang dan Baterai Alkali dari larutan alkali. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian baterai antara lain adalah ruangan baterai, air baterai, elektrolit, peralatan-peralatan keselamatan kerja, pemberian tanda. Diantara faktor tersebut elektrolit merupakan faktor yang paling penting. Berdasarkan prinsip kerja suatu baterai terbagi menjadi dua yaitu Baterai Timah Hitam dan Baterai Alkali. Prinsip kerja suatu baterai ada tiga langkah antara lain persiapan pengisian baterai, pengisian baterai dan pengosongan baterai. Kelebihan dan kekurangan Baterai Alkali dengan Timah Hitam antara lain adalah baterai alkali lebih tahan terhadap guncangan bila dibandingkan dengan baterai timah hitam, baterai alkali tidak mengeluarkan gas yang menyebabkan korosi sedangkan baterai timah hitam menghasilkan gas penyebab korosi dan baterai alkali cukup tahan terhadap arus pengosongan yang besar serta pengisian yang berlebihan dibandingkan dengan baterai timah hitam [2,3].

Prinsip Kerja Baterai Alkali

Selama proses pengosongan (*discharging*) dan pengisian (*charging*) dari cell baterai alkali secara praktis tidak ada perubahan berat jenis cairan elektrolitnya. Fungsi utama cairan elektrolitnya pada baterai alkali adalah bertindak sebagai konduktor untuk memindahkan ion-ion *hydroxide* dari satu elektrode ke elektrode lainnya tergantung pada prosesnya, pengosongan atau pengisian. Sedangkan komposisi kimia material aktif pelat-pelat baterai alkali akan berubah selama proses pengosongan atau pengisian.

Karakteristik Tegangan Baterai ALCAD

Selama baterai beroperasi sesuai ketentuan *manual book battery* yang dihubungkan dengan sistem pengisian maka harga tegangan dalam cell akan terjadi kenaikan.

Tabel 1- Pengisian dengan tegangan tetap atau arus tetap [2]

Tegangan (V)	Keterangan
1,60 – 1,80	Tegangan <i>boost</i>
1,50- 1,60	Tegangan Auto
1,40- 1,50	Batas tegangan <i>floating</i>
1,28	Tegangan saat lepas dari rangkaian
1,20	Tegangan nominal
0,85	Tegangan baterai (perlu diperhatikan)
0,65	Tegangan (cell jenuh atau rusak)

Korosi

Proses Terjadinya Korosi

Korosi adalah proses reaksi kimia antara material dan media lingkungannya atau zat-zat organik sehingga kembali ke asal mulanya. Korosi atau secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam di berbagai macam kondisi lingkungan. Penyelidikan tentang sistem elektrokimia telah banyak membantu menjelaskan mengenai korosi ini, yaitu reaksi kimia antara logam dengan zat-zat yang ada di sekitarnya atau dengan partikel-partikel lain yang ada di dalam matrik logam itu sendiri. Jadi dilihat dari sudut pandang kimia, korosi pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen [2,3].

Pada umumnya suatu peralatan elektronik mengandung komponen logam yang mempunyai waktu hidup atau masa pakai tertentu. Korosi pada komponen-komponen tersebut dapat menimbulkan kerugian ekonomi akibat berkurangnya masa produktif peralatan elektronik. Korosi bahkan dapat menyebabkan terjadinya gangguan berupa terjadinya hubungan pendek (*konsluiting*) yang dapat mengarah kepada terjadinya kecelakaan. Masalah korosi peralatan elektronik merupakan salah satu sumber yang

dapat memicu kegagalan operasional serta keselamatan kerja pada suatu industri. Dalam kehidupan sehari-hari, korosi dapat kita jumpai terjadi pada berbagai jenis logam. Bangunan-bangunan maupun peralatan elektronik yang memakai komponen logam seperti seng, tembaga, besi-baja dan sebagainya semuanya dapat terserang oleh korosi ini. Seng untuk atap dapat bocor karena termakan korosi. Demikian juga besi untuk pagar tidak dapat terbebas dari masalah korosi. Jembatan dari baja maupun badan mobil dapat menjadi rapuh karena peristiwa alamiah yang disebut korosi. Selain pada perkakas logam ukuran besar, korosi ternyata juga mampu menyerang logam pada komponen-komponen renik peralatan elektronik, mulai dari jam digital hingga komputer, serta peralatan-peralatan canggih lainnya yang digunakan dalam berbagai aktivitas umat manusia, baik dalam kegiatan industri maupun di dalam rumah tangga.

3. Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, pengambilan data-data penelitian dilakukan di PT. Indonesia Power UBP Mrica (PLTA Panglima Besar Jendral Sudirman) Banjarnegara dengan metode antara lain:

Data Primer

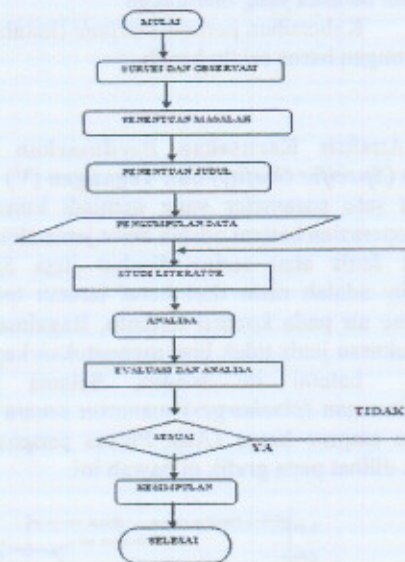
Data yang langsung diperoleh dari sumber yang diamati, dicatat untuk yang pertama kali, data primer diperoleh dengan cara:

- Metode observasi, yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan penelitian dan pengukuran di PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Mrica Banjarnegara.
- Metode Interview, yaitu pengumpulan data dengan melakukan Tanya jawab baik lisan maupun tulisan pada responden yang dapat dipertanggungjawabkan.

Data Sekunder

Data yang diperoleh dengan cara tidak langsung yang diperoleh dari pihak-pihak lain antara lain:

- Literatur-literatur
- Buku-buku petunjuk
- Data dan dokumen perusahaan
- Brosur
- Internet



Gbr3- Flowchart Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pembahasan mengenai fungsi dan kondisi baterai akan diuraikan pada sub bab berikut.

4.1 Fungsi Baterai di PLTA PB. Soedirman

Baterai adalah suatu alat yang menghasilkan energi listrik melalui proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia yang *reversible* adalah didalam cell baterai berlangsung proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dapat terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia (Proses pengisian kembali) dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam polaritas yang berlawanan dalam cell. Tiap sel terdiri dari elektroda positif (+), elektroda negatif (-), elektrolit [2].

Fungsi baterai pada pusat pembangkit listrik tenaga air (PLTA) PB. Soedirman adalah sebagai berikut:

- Sistem unit control I, II, III
- Common service control system
- Inverter 110 Vdc/220 Vdac
- Station Control System
- Unit Excitation Equipment I, II, III

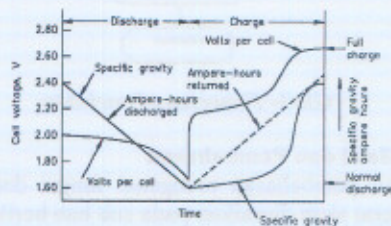
Sehingga baterai harus selalu siap dan keandalannya harus tinggi. Maka dari itu untuk menjaga keandalan kinerja dari baterai untuk pusat pembangkitan maka harus dijaga dengan cara:

- Harus dijaga tegangannya
- Tegangannya harus stabil

- Tinggi cairan elektrolit harus sesuai dengan batasan yang ditentukan
- Kebersihan permukaan/pole (kutub) dan lingkungan harus selalu bersih

4.2 Analisis Kerusakan Berdasarkan Berat Jenis (*Specific Gravity*) dan Tegangan (V)

Salah satu parameter yang menjadi kunci dari pengoperasian baterai adalah berat jenis elektrolit. Berat Jenis atau sering disebut juga *Specific Gravity* adalah rasio dari berat larutan terhadap volume air pada kondisi tertentu. Bagaimanapun pengukuran jenis tidak bisa menentukan kapasitas dari baterai itu sendiri. Selama proses pengosongan (*discharges*) menurun secara linear dalam ampere hours (Ah). Proses pengosongan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



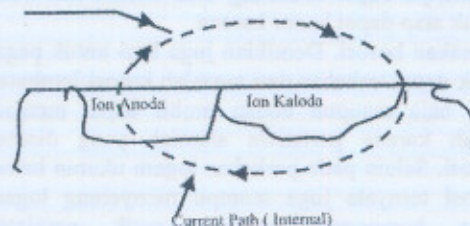
Gbr 4- Perubahan Tegangan dan Berat Jenis (*Specific Gravity*) selama pengosongan dan pengisian (pada baterai Asam)

Oleh karena itu, selama baterai terisi penuh dengan operasi yang stabil dan pada proses pengosongan, pengukuran berat jenis elektrolit memberikan indikasi perkiraan pengisian pada tiap cell. Pengukuran sel tegangan rangkaian terbuka telah digunakan sebagai indikator kondisi muatan dari baterai. Penurunan *specific gravity* selama pemakaian baterai (proses pengosongan) untuk nilai yang mendekat dari air murni dan bertambah selama proses pengisian. Baterai terisi penuh dianggap ketika berat jenis, nilainya mencapai nilai tertinggi. *Specific gravity*, tentu saja, berbeda dengan suhu dan jumlah elektrolit dalam sel. Ketika elektrolit adalah mendekati tingkat tanda rendah, nilai berat jenis lebih besar dari nominal dan larutan ditambahkan ke sel untuk membawa elektrolit ke tingkat penuh. Volume elektrolit memuai saat kenaikan temperatur dan berhubungan dengan penurunan temperatur, sehingga mempengaruhi kerapatan atau dalam pembacaan *specific gravity*. Seperti volume elektrolit mengembang, pembacaan diturunkan dan, sebaliknya, berat jenis meningkat dengan suhu dingin.

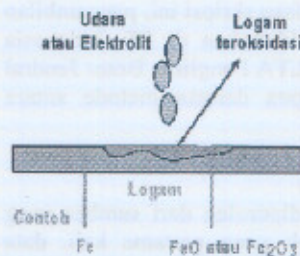
4.3 Analisis Korosi Baterai (*Read to Discharges*)

Baterai yang lama terpakai dan selalu discharge maka lempengan cell akan merasakan kejenuhan sehingga proses charging tidak bisa menyimpan tegangan (tegangan per cell menurun).

Penggambaran proses korosi baterai atau logam, bila material tersebut terjadi aliran arus listrik. *Current path (External)*.



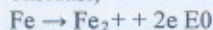
Gbr 5-Korosi pada baterai jika terjadi aliran arus Korosi atau perkaratan logam merupakan proses oksidasi sebuah logam dengan udara atau elektrolit lainnya, dimana udara atau elektrolit akan mengalami reduksi, sehingga proses korosi merupakan proses elektrokimia, lihat Gambar 4.6.



Gbr 6-Korosi logam Fe dan berubah menjadi oksidanya

Korosi dapat terjadi oleh air yang mengandung garam, karena logam akan bereaksi secara elektrokimia dalam larutan garam (elektrolit). Pada proses elektrokimianya akan terbentuk anoda dan katoda pada sebatang logam.

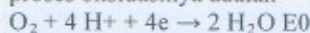
Untuk itu, kita bahas bagaimana proses korosi pada logam besi. Pertama-tama besi mengalami oksidasi;



dilanjutkan dengan reduksi gas Oksigen;



Kedua reaksi menghasilkan potensial reaksi yang positif menunjukkan bahwa reaksi ini dapat terjadi. Jika proses ini dalam suasana asam maka, proses oksidasinya adalah



Dengan kata lain proses korosi besi akan lebih mudah terjadi dalam suasana asam.

Faktor yang mempengaruhi proses korosi meliputi potensial reduksi yang negatif, logam dengan potensial elektrodanya yang negatif lebih mudah mengalami korosi. Demikian pula untuk dengan

logam yang potensial elektrodanya positif sukar mengalami korosi.

Untuk mencegah terjadinya korosi, beberapa teknik atau cara diusahakan. Dalam industri logam, biasanya zat pengisi (campuran) atau *impurities* diusahakan tersebar merata didalam logam. Logam diusahakan agar tidak kontak langsung dengan oksigen atau air, dengan cara mengecat permukaan logam dan dapat pula dengan melapisi permukaan logam tersebut dengan logam lain yang lebih mudah mengalami oksidasi. Cara lain yang juga sering dipergunakan adalah galvanisasi atau perlindungan katoda.

Proses ini digunakan pada pelapisan besi dengan seng. Seng amat mudah teroksidasi membentuk lapisan ZnO. Lapisan inilah yang akan melindungi besi dari oksidator.

4.4 Korosi logam atau metal perkakas

Korosi untuk bahan besi atau logam proses laju korosinya akan terlambat bila dilapisi dengan cat atau dicoating atau larutan galatin yang hanya akan terlarut saat terjadinya proses penggaraman (*sodium chlorite*) ke setiap partikel metal atau ke pelapisannya sehingga larutan galatin atau partikel garam bereaksi atau tercampur merata untuk mendapatkan ion *oxygen*, dari proses tersebut akan didapat perubahan sebagai berikut, Terjadinya perubahan warna kemerahan atau pink akibat adanya asam caustic sebagai katoda (area katoda laju korosifnya secara acak). Proses selanjutnya akibat perputaran aliran akan berubah kebiruan sebagai anoda (area laju korosinya cepat atau lambat tergantung konsentrasi unsur pemicunya).

4.5 Korosi Elektrik

Laju korosi akan berlangsung pada daerah yang berwarna kebiruan atau anoda setiap logam yang terkikis atau karat menandakan terjadi proses korosi akibat adanya beda potensial antara anoda dan katoda (aliran arus dari anoda ke katoda) [5]. Sebagai akibat reaksi larutan yang terlarut atau masuknya cairan kedalam partikel logam maka daerah tersebut akan bersifat anoda. Perpindahan ion Hidrogen (H) gelembung gas hidrogen sebagai Katoda atau bila material yang masih terlindungi dengan coating atau cat daerahnya bersifat katoda. Bila proses tersebut terus berlangsung maka akan terjadi kikisan atau karat atau berlangsungnya proses korosi.

Dalam hubungannya dengan cell baterai, korosi bisa menimbulkan tegangan tiap cell baterai tidak bisa menghasilkan tegangan supply 1.41 V biasanya pada cell yang platnya terjadi korosi nilai tegangannya kurang dari 1.2 V atau kurang dari 1 V. Hal ini terjadi pada cell baterai sistem

nomor 2 (BAA 1). Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pada dasarnya tegangan baterai normal adalah 1.41 V (cell baterai dikatakan baik) dan pada kenyataannya pada baterai cell nomor 2 nilai tegangannya kurang dari 1V yaitu bernilai 0.85 V (baterai dikatakan sudah dalam kondisi tidak layak). dalam hal ini secara nyata tampak ditemukan korosi pada plat batterynya. Pada pelat baterainya timbul karat disertai dengan garam. Korosi juga mempengaruhi juga dengan berat jenis pada baterai. Jika dihubungkan korosi juga sebagai salah satu akibat penurunan berat jenis dan tegangan pada baterai. Terlihat pada data bahwa nilai tegangan dan berat jenisnya turun hingga kurang dari 1V dan 1.015 gr/cm³. Korosi mengakibatkan proses elektrolisa pada cell baterai tidak sempurna. Sehingga tegangan yang dihasilkan cell baterai dalam kondisi di bawah standar.

5. Kesimpulan

Pembahasan rinci mengenai analisis kondisi baterai 110 Vdc yang digunakan di PLTA PBS dapat diketahui dengan menggunakan pengukuran berat jenis dan tegangan tiap cellnya.

Di dalam unit pembangkitan, baterai mempunyai peranan yang sangat penting yaitu sebagai sistem unit control I,II,III, *common service control system*, Inverter 110 Vdc/220Vac, *Station Control System*, *Unit Excitation Equipment* I,II,III.

Di PLTA PBS, kebanyakan kerusakan yang terjadi pada baterai disebabkan karena penurunan berat jenis, tegangan dan korosi sehingga mempengaruhi umur (*life time*) pada baterai tersebut.

Dari kenyataan dilapangan, kondisi baterai layak apa tidaknya bisa dipantau dari pengecekan rutin menggunakan data berat jenis dan tegangan, jika berat tegangan turun secara otomatis nilai berat jenis juga turun.

6. Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgement

The author deeply thanks Ir. T. Haryono, M.Sc., C. Eng. MIET. and Ir. M. Isnaeni B.S., M.T. Staff of PT. Indonesia Power UBP Mrica for supporting this research.

7. Referensi

- [1] <http://konversi.wordpress.com/2010/05/01/sekilas-mengenai-pembangkit-listrik-tenaga-air-plta/>
- [2] Tim Penulis PT. Indonesia Power, 2006, "Prosedur Operasi Dan Pemeliharaan Baterai Unit Pembangkit". Unit Bisnis Pembangkitan Mrica. Tohidin, 2000, "Baterai" Mrica.
- [3] <http://id.wikipedia.org/wiki/Baterai>